Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou **AU: 2019/2020**
Module d'Histologie (2ème année Médecine)

Chapitre II : L'APPAREIL RESPIRATOIRE

INTRODUCTION

L'appareil respiratoire assure les échanges gazeux entre l'organisme et le milieu extérieur; il permet les échanges d'oxygène et de gaz carbonique entre le sang et l'air ambiant (hématose).
L'appareil respiratoire est un ensemble d'organes et de tissus qui participent à la respiration.
La respiration désigne, à la fois, les échanges gazeux résultant de l'inspiration et de l'expiration de l'air (rejet de CO_2 et absorption d'O_2), et la respiration cellulaire qui permet d'obtenir de l'énergie, en dégradant du glucose grâce à l'oxygène. Outre l'hématose, l'appareil respiratoire assure la défense de l'organisme.
Les poumons (lieu des échanges gazeux) sont reliés, d'une part, au milieu extérieur par un ensemble de conduits (les voies de conduction aériennes) qui assurent le passage de l'air, et d'autre part, aux cellules par le biais du système circulatoire qui assure le transport des gaz respiratoires entre les poumons et les cellules dans tous les tissus de l'organisme.
Contrairement aux autres organes, les poumons n'assurent leur fonction qu'au moment de la naissance; Avant la naissance, les futurs espaces aériens sont remplis de liquide qui sera remplacé lors des premiers mouvements respiratoires de manière abrupte par de l'air.
La vascularisation change, également, radicalement au moment de la naissance.

ORIGINE EMBRYONNAIRE

En tant qu'organe respiratoire, le poumon n'est pas nécessaire au cours de la vie intra-utérine. Il doit toutefois être développé au point de pouvoir être immédiatement fonctionnel au moment de la naissance. Durant la vie intra-utérine, le poumon a une fonction très différente; c'est une source importante de production du liquide amniotique.
Le développement de l'appareil respiratoire s'étale sur toute la durée de la grossesse et se poursuit même au-delà de la naissance.
L'ensemble de l'appareil respiratoire se développe à partir du diverticule (bourgeon) respiratoire qui dérive de l'intestin primitif antérieur à la 4ème semaine du développement.
La grande majorité des constituants de l'appareil respiratoire dérivent de 2 feuillets embryonnaires: l'entoblaste et le mésoblaste.
-L'entoblaste de la paroi ventrale de l'intestin primitif, situé en arrière de la 5éme poche entobranchiale est à l'origine du revêtement épithélial et des épithéliums glandulaires des voies de conduction aériennes, des voies respiratoires et des alvéoles pulmonaires.
-Le mésoblaste coiffe l'ébauche entoblastique; il engendre tous les autres constituants des voies aériennes, du parenchyme pulmonaire et des plèvres (vaisseaux, tissus musculaires, tissus conjonctifs, cartilages, etc.).
NB : -**L'ectoblaste** engendre une grande partie des fosses nasales et du rhinopharynx.
-**Les crêtes neurales** sont à l'origine des cellules neuroendocrines.

ORGANISATION GENERALE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE

L'appareil respiratoire comporte plusieurs structures intervenant dans la respiration, il s'agit:
1-des voies de conduction aériennes
2-et des poumons.

1-Les voies de conduction aériennes comportent:
-les voies aériennes supérieures : (fosses nasales, rhinopharynx et larynx),
-les voies aériennes inférieures : trachée et voies bronchiques (bronches et bronchioles).

2-Les poumons (lieu des échanges gazeux): subdivisés en unités histologiques: "les lobules pulmonaires ".
En tant qu'organe assurant les échanges gazeux, les poumons adultes ont une superficie de 120 à 140 m^2 , cette surface est atteinte grâce à une énorme différenciation en espaces aériens complexes mis en place au cours de la période embryonnaire.

A la base de ce mécanisme, les divisions dichotomiques, au total 23 divisions, 16 à 17 générations, uniquement pour les voies de conduction de l'air qui se terminent avec les bronchioles terminales. Les 7 dernières générations de divisions dichotomiques consécutives forment le parenchyme respiratoire proprement dit.
Ainsi, d'un point de vue histo-physiologique, on divise les poumons en 2 parties:

1/une partie conductrice de l'air (voies aériennes ou aérophores)

2/et une partie respiratoire (parenchyme respiratoire).

NB : -D'autres structures interviennent dans les mouvements respiratoires (plèvre, liquide pleural, diaphragme..).

-Le diaphragme est un muscle situé sous les poumons. Il s'abaisse pendant l'inspiration, pour laisser les poumons se distendre, et se relève lors de l'expiration, pour aider les poumons à expulser l'air. Il n'est pas considéré comme une composante de l'appareil respiratoire.

STRUCTURE HISTOLOGIQUE

De façon générale, les voies aériennes sont revêtues d'une muqueuse de type respiratoire.
On observe une transition progressive et non brutale de la muqueuse respiratoire d'une voie à une autre.

La muqueuse respiratoire

D'un point de vue histologique, il existe, du moins jusqu'aux bronches de moyen calibre, une unité structurale représentée par "la muqueuse respiratoire", qui est presque identique tout au long des voies aériennes avec quelques exceptions au niveau des fosses nasales et des cordes vocales inférieures; elle comprend:

-un épithélium respiratoire(cylindrique pseudo-stratifié, cilié,) avec 2 principaux types cellulaires (les cellules ciliées et les cellules caliciformes à mucus ouvertes et d'autres cellules. Cet épithélium repose sur une lame basale épaisse,

-un chorion mince, riche en fibres élastiques, comportant des vaisseaux sanguins, quelques glandes et des formations lymphoïdes.

L'épithélium respiratoire:

Il est formé de plusieurs types cellulaires:

1-Les cellules ciliées: les plus nombreuses; elles sont prismatiques à noyau central; leur pôle apical comporte des microvillosités sous forme de cils vibratiles , des mitochondries abondantes au niveau du pôle apical apportant l'énergie nécessaire aux battements ciliaires.
Examinés en ME, les cils vibratiles sont des expansions cytoplasmiques (environ 200 cils/ cellule). L'ensemble des cils constitue "le tapis ciliaire" qui fonctionne à la manière d'un tapis roulant qui ramène vers le haut les particules inhalées, les cellules desquamées et les secrétions bronchiques, jouant ainsi un rôle important dans l'épuration pulmonaire.

2-Les cellules caliciformes (cellules à pôle apical muqueux ouvert ou cellules à mucus ou mucipares à pôle apical) sont dispersées entre les cellules ciliées. Elles sont 5 fois moins nombreuses; leur noyau est basal. En ME, leur pôle apical est occupé par de volumineuses gouttelettes de mucus riche en glycoprotéines qui fusionnent et sont expulsées avec le pôle apical qui se reconstitue ensuite. Elles réalisent, grâce à leurs sécrétions recouvrant les formations ciliaires un film muqueux: "le tapis muqueux" qui recouvre l'épithélium et piège les poussières, les micro-organismes et toutes les autres impuretés.

NB: Les cellules ciliées et les cellules caliciformes constituent ensemble " le film ou l'appareil muco-ciliaire".

3-Les cellules basales forment la population cellulaire de réserve et de renouvellement. De petite taille, elles sont situées à la partie profonde de l'épithélium contre la lame basale; leur pôle apical n'atteint pas la lumière. Elles se multiplient pour donner les cellules ciliées et les cellules à mucus en passant par le stade de cellules intermédiaires.

4-Les cellules intermédiaires ou de transition sont des cellules immatures, destinées à devenir soit ciliées, soit caliciformes.

5-Les cellules neuroendocrines ou argentaffines: ce sont des cellules endocrines diffuses, mises en évidence par imprégnation argentique; elles sont rares (3 à 4 %), isolées ou en petits groupes. Elles sont pourvues de granules de sécrétion de type endocrine; elles sont orientées vers la lame basale, elles sécrètent plusieurs hormones qui régulent la vascularisation et les sécrétions locales.

I-Les voies aériennes supérieures

A- Les fosses nasales:

Les fosses ou cavités nasales sont 2 espaces séparés par une cloison: le septum nasal; elles s'ouvrent dans le rhino-pharynx; elles sont maintenues béantes par la charpente osseuse de la face et le cartilage hyalin.
Elles sont tapissées d'une muqueuse de type respiratoire sauf, au niveau de la partie antérieure vestibulaire et au niveau de la partie supérieure olfactive. Ainsi, la muqueuse nasale est différenciée en 3 régions:

1-La région antérieure ou vestibulaire (zone de transition), revêtue d'un épithélium de type malpighien (pavimenteux pluristratifié kératinisé et non kératinisé).

2-La région supérieure neurosensorielle: c'est "la muqueuse olfactive" (spécialisée).

3-La région postérieure ou respiratoire (zone de conduction): c'est "la muqueuse nasale proprement dite" ou "muqueuse respiratoire".

+Le chorion des fosses nasales est un tissu conjonctif lâche, riche en fibres élastiques avec de nombreuses glandes et des formations lymphoïdes (des infiltrats lymphoïdes particulièrement abondants chez les sujets allergiques). Il est richement vascularisé, il comporte un réseau capillaire dense et particulier qui fonctionne comme un radiateur qui réchauffe l'air inspiré.

B- Le rhinopharynx (nasopharynx):

Le rhinopharynx est le carrefour des voies aéro-digestives; il est tapissé d'une muqueuse respiratoire faite d'un épithélium pseudo-stratifié, cilié et d'un chorion fibreux (muqueuse rhinopharyngée) comportant des glandes et des nodules lymphoïdes, qui se continue par une muqueuse de type buccal (épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé) au niveau de l'oropharynx (muqueuse oropharyngée).

C- Le larynx

Le larynx est un segment court (5cm) qui relie le pharynx à la trachée; il renferme l'organe de la phonation.

Il comporte une muqueuse faite:

-d'un épithélium de type respiratoire (pseudo stratifié, cilié), sauf au niveau de l'épiglotte et des vraies cordes vocales.

-d'un chorion formé d'un tissu conjonctif fibro-élastique qui comporte quelques formations glandulaires et lymphoïdes.

Le larynx comporte, également :

-un squelette cartilagineux formé de pièces cartilagineuses (cartilage hyalin) qui maintiennent la béance de la lumière, et de cartilage de type élastique au niveau des cordes vocales et de l'épiglotte.

-une musculature striée, volontaire, agissant sur les cordes vocales.

L'épiglotte:

C'est une expansion laryngée du carrefour aérodigestif empêchant le passage des aliments liquides et solides (fausses routes) lors de la déglutition, en cas de pénétration accidentelle, ceux-ci seront expulsés par un réflexe de toux.

L'épiglotte est une lame (spatule) cartilagineuse élastique, recouverte par un épithélium de type buccal: pavimenteux stratifié non kératinisé sur la face linguale et un épithélium respiratoire: pseudo-stratifié cilié sur la face laryngée.

Les cordes vocales:

Elles correspondent à 2 replis de la muqueuse sous forme d'épaississements: les 2 types de cordes vocales:

+Les 2 cordes vocales supérieures ou **plis vestibulaires (fausses cordes vocales)** sont des saillies conjonctives recouvertes d'une muqueuse respiratoire.

+Les 2 cordes vocales inférieures ou **plis vocaux (vraies cordes vocales)** sont formées intérieurement de faisceaux de fibres élastiques (ligaments vocaux) recouverts d'une muqueuse de type buccal.

II- Les voies aériennes inférieures (Voies trachéo-bronchiques)

Organisation:

Les voies trachéo- bronchiques (trachée, bronches et bronchioles) peuvent être distinguées selon leur calibre et leur topographie en:

1-Voies extra-pulmonaires: (calibre de 2,5 cm à 1cm), comportent:

- la trachée,
- les bronches souches.

2-Voies intra-pulmonaires extra-lobulaires: (calibre de 1cm à 1mm), comportent:

- les grosses bronches,
- les bronches moyennes
- et les petites bronches interlobulaires et sus-lobulaires.

3-Voies intra-lobulaires ou bronchioles: (calibre < 1mm), comportent:

- les bronchioles proprement dites,
- les bronchioles terminales
- et les bronchioles respiratoires.

NB: En plus de leurs rôles de transport et de conditionnement de l'air inspiré dans les poumons (lieu des échanges gazeux), ces conduits aérophores (voies aériennes) interviennent dans la filtration, le réchauffement , l'humidification de l'air, la défense anti- microbienne (barrière immunitaire) et l'activité métabolique et endocrine.

A- Les voies extra-pulmonaires (trachée et bronches souches)

1) La trachée:

La trachée est un conduit hémicylindrique qui fait suite au larynx, aplatie dans sa partie postérieure permettant la mobilité de l'œsophage, elle se termine en une bifurcation en 2 bronches souches.

Son diamètre est de 1,5 à 2,5 cm de large et 12cm de long. Sa lumière est maintenue ouverte par un squelette cartilagineux formé de 15 à 20 anneaux incomplets, régulièrement espacés entre eux, en forme de fer à cheval, à ouverture dorsale.

La portion postérieure de la trachée est plane, dépourvue de cartilage comportant une nappe de fibres musculaires lisses: " le muscle trachéal ", reliant les extrémités des anneaux cartilagineux.

La paroi trachéale est organisée en 3 tuniques:

1-La muqueuse faite:

-d'un épithélium de type respiratoire reposant sur une membrane basale épaisse.

-d'un chorion mince, fibro-élastique, richement vascularisé et innervé qui comporte du tissu lymphoïde et des glandes.

2-La sous-muqueuse est épaisse, elle est subdivisée en 2 zones:

-une zone interne conjonctivo-glandulaire renfermant de nombreuses glandes séro-muqueuses,

-une zone externe fibro- cartilagineuse renfermant les anneaux incomplets de cartilage hyalin réunis par le muscle trachéal et un tissu conjonctif dense, riche en fibres élastiques.

3-L'adventice ou **péri-bronche** est fibro-élastique, richement vascularisée et se continue avec l'adventice de l'œsophage en arrière.

2) Les bronches souches

Les bronches souches naissent de la bifurcation de la trachée. Leur calibre est de 1,5cm en moyenne.

Leur structure histologique est très proche de celle de la trachée, sauf que leur calibre est réduit et qu'elles sont pourvues d'anneaux complets de cartilage hyalin.

B- Voies bronchiques intra-pulmonaires extra-lobulaires (Bronches cartilagineuses)

1) Les grosses bronches (diamètre de 10 à 15 mm). Leur lumière est irrégulière. Leur paroi est faite:

1-d'une muqueuse d de type respiratoire, mince.

2-une sous muqueuse comportant:

-une couche musculaire interne "le muscle de Reissessen" qui apparait au niveau des bronches, il est disposé en faisceaux, il contrôle le diamètre de la lumière bronchique.

-des glandes bronchiques séreuses et mixtes moins nombreuses.

-une couche fibro cartilagineuse externe, formée de pièces (fragments) cartilagineuses reliées par des faisceaux de fibres élastiques.

3-l'adventice est un tissu fibro-adipeux, vascularisé et innervé.

2) Les bronches moyennes (diamètre entre 5 et 10mm) et **les petites bronches** (diamètre de 1,5 à 5mm) présentent une lumière de plus en plus festonnée. L'épaisseur de leur paroi diminue; elle est faite des 3 couches habituelles, mais, de plus en plus réduites au fur et à mesure que l'on avance dans les divisions bronchiques, on note:

-une diminution progressive de l'épaisseur de l'épithélium (passant du pseudo-stratifié au cylindrique simple).

-une raréfaction du cartilage hyalin, des ilots lymphoïdes, une nette diminution des glandes,

-mais, le muscle de Reissessen est bien développé.

C- Voies bronchiques intra-lobulaires ou bronchioles

Les bronchioles sont les ramifications les plus fines de l'arbre bronchique. Elles sont intra-lobulaires, de diamètre inférieur à 1mm, avec une lumière étoilée; elles sont dépourvues de cartilage et de glandes.

L'analyse de la texture de la paroi des bronchioles permet de distinguer 3 types de bronchioles:

-Les bronchioles proprement dites,

-Les bronchioles terminales,

-Les bronchioles respiratoires.

1)Les bronchioles proprement dites, avec un diamètre de 0,5 à 1mm; leur paroi comporte:

-un épithélium prismatique uni-stratifié, de type respiratoire constitué de cellules ciliées avec une diminution nette du nombre des cellules caliciformes. On note l'apparition de nouvelles cellules : "les cellules de Clara" qui contiennent des grains de sécrétion (produit tensioactif semblable au surfactant), en plus de leur rôle de protection contre les toxines.

-un chorion mince, vascularisé, riche en fibres élastiques et comporte un muscle de Reissessen développé.

2)Les bronchioles terminales, de diamètre < 0,5 mm, avec:

-un épithélium cubique, simple caractérisé par la réduction du nombre de cellules ciliées et la rareté, voir l'absence de cellules caliciformes avec des cellules de Clara.

-le muscle de Reissessen est réduit.

Chaque bronchiole terminale se divise en 2 ou 3 bronchioles respiratoires.

3)Les bronchioles respiratoires présentent une paroi interrompue par les orifices des alvéoles, faite:

-d'un épithélium cubique simple, parfois endothéliforme, pouvant être discontinu, il est dit "épithélium alvéolisé". Il est dépourvu de cellules caliciformes pouvant contenir de très rares cellules ciliées, et quelques cellules de Clara.

-d'un chorion conjonctivo-élastique, avec quelques fibres musculaires lisses.

Remarques:

+Chaque bronchiole respiratoire donne naissance après 2 ou 3 divisions, à quelques segments: " les canaux alvéolaires" (3 à 6) qui s'ouvrent dans une série d'alvéoles contigües: "les sacs alvéolaires", dont l'ensemble forme "l'acinus pulmonaire" qui délimite donc le territoire correspondant aux ramifications de la bronchiole respiratoire et ses subdivisions.

La bronchiole respiratoire gère le fonctionnement de l'acinus qui peut-être invalidé si la lumière bronchiolaire est obturée.

+Chaque canal alvéolaire se poursuit par 2 ou 3 sacs alvéolaires dans lesquels s'ouvrent de multiples alvéoles.

+Chaque sac alvéolaire est constitué par la confluence de plusieurs alvéoles juxtaposées, séparées par des cloisons au sommet desquelles existent des reliquats de la paroi de la bronchiole respiratoire: "le bourrelet alvéolaire ou respiratoire".

+Le bourrelet alvéolaire est une sorte de sphincter dont la contraction ferme le territoire alvéolaire situé en aval. C'est un épaississement annulaire tapissé d'un épithélium cubique comportant des cellules de Clara, quelques fibres élastiques et quelques fibres musculaires lisses.

III- Les poumons

Les poumons sont constitués de2 formations situées dans la cavité thoracique, séparées par le médiastin. Ce sont des structures très résistantes et élastiques. Ils reposent sur le diaphragme et sont séparés des organes intra-thoraciques par une séreuse: la plèvre qui permet leur glissement lors des mouvements respiratoires. Ils sont constitués de lobes (unités anatomiques) séparés par des sillons (les scissures). Le tissu pulmonaire est macroscopiquement homogène et spongieux, de teinte rosâtre qui peut être modifiée par le taux d'exposition aux divers agents polluants.

A noter qu'il est tout à fait possible de retirer chirurgicalement un lobe pulmonaire malade.

Les lobules pulmonaires

Les lobes sont constitués de milliers de lobules. Chaque lobule renferme un vaste réseau de capillaires sanguins qui viennent des artérioles pulmonaires.

Le lobule représente l'unité histologique du poumon; il est défini par l'ensemble des ramifications de la bronchiole proprement dite.

Il comporte les structures suivantes:

1-les 3 segments successifs de l'arbre bronchiolaire,
2-les canaux alvéolaires qui naissent des bronchioles respiratoires,
3-les bourrelets alvéolaires: pieds d'insertion des alvéoles sur les canaux alvéolaires,
4-les alvéoles pulmonaires dont la surface totale est dite "surface respiratoire".

Les alvéoles pulmonaires

-Les alvéoles sont de petits sacs plus ou moins arrondis (cavités polyédriques) séparés par des cloisons; elles constituent les unités fonctionnelles du poumon: "unités respiratoires" où s'effectuent les échanges entre l'air et le sang (l'hématose), richement vascularisées.

-Le nombre total des alvéoles dans les 2 poumons, représenterait 300 à 600 millions.

-La surface totale de contact entre l'air et le sang dans les poumons est de 90 à 100m².

-Lorsqu'on inspire, les alvéoles se gonflent ; lorsqu'on expire, elles diminuent de calibre en se vidant.

-L'épaisseur de la paroi alvéolaire est très fine (de 0,3 à 0,5µm).

La paroi alvéolaire ou cloison inter-alvéolaire

+En microscopie optique:

La paroi alvéolaire correspond à la paroi commune à 2 alvéoles, c'est une cloison ultrafine séparant deux alvéoles contigües: "cloison inter-alvéolaire" formée des 3 constituants suivants:

1-un épithélium alvéolaire formé de 2 types de cellules : les pneumocytes I et les pneumocytes II,

2-un stroma, tissu conjonctif formé de fibres,

3-un riche réseau de capillaires.

+En microscopie électronique:

La paroi alvéolaire présente:

1-un épithélium alvéolaire pavimenteux simple, reposant sur une lame basale continue, constitué de 2 sortes de cellules:

-les pneumocytes type I ou pneumocytes membraneux: cellules épithéliales aplaties; leur cytoplasme très étendu forme un voile très fin.

-les pneumocytes type II ou pneumocytes granuleux; ce sont des cellules hautes, sécrétrices "du surfactant" (agent tensio-actif) qui réduit la tension superficielle et empêche les alvéoles de se collaber.

2-un stroma formé de fibres de réticuline et de fibres élastiques, de fibroblastes, de cellules sanguines migratrices: plaquettes, granulocytes et de cellules alvéolaires (cellules macrophagiques).

Les cellules alvéolaires macrophagiques sont intra-alvéolaires ou inter-alvéolaires ; ce sont "les cellules à poussière" qui captent les particules inhalées et les phagocytent.

3-un réseau capillaire très dense (environ 200 segments capillaires par alvéole). Les capillaires alvéolaires sont continus; ils sont formés de cellules endothéliales réunies par des jonctions serrées, reposant sur une lame basale.

La barrière alvéolo-capillaire

Les capillaires alvéolaires forment avec les pneumocytes type I "la barrière alvéolo-capillaire" constituant "la barrière air-sang".
Ainsi, la lame basale de la paroi capillaire avec la lame basale de la paroi alvéolaire (pneumocytes type I) constituent "la barrière air-sang"; c'est le lieu proprement dit des échanges gazeux (d'O2 et de CO2).

VI- La plèvre

La plèvre est une séreuse, d'origine mésenchymateuse, qui relie les poumons à la cage thoracique. Elle est formée de 2 feuillets entourant les poumons qui délimitent un espace :"la cavité pleurale", qui contient un fin film de liquide "le liquide pleural" qui permet leur glissement. L'un des feuillets repose sur la paroi thoracique: "plèvre pariétale", et l'autre sur le tissu pulmonaire: "plèvre viscérale".

Chaque feuillet, examiné en MO, présente de la cavité vers l'extérieur 3 couches:

1-un mésothélium: épithélium pavimenteux simple, aplati, à cellules grossièrement polygonales.

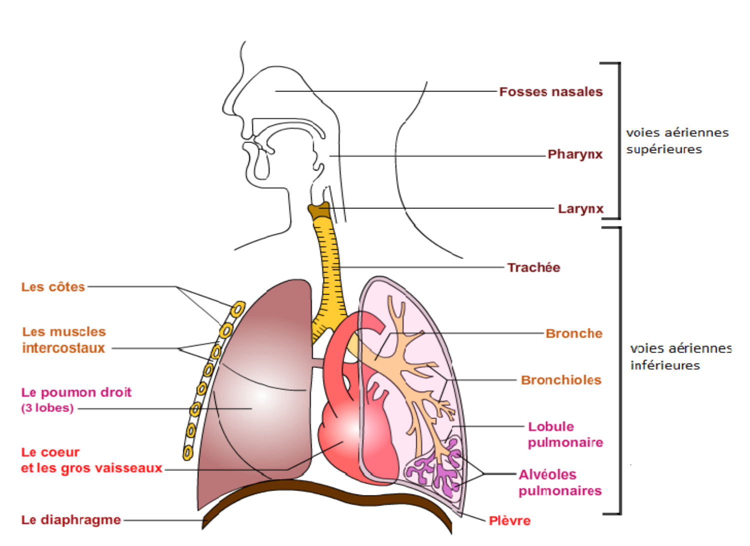
2-une couche sous mésothéliale, conjonctive, mince, pauvre en cellules, formée d'un feutrage de fines fibres collagènes et élastiques.

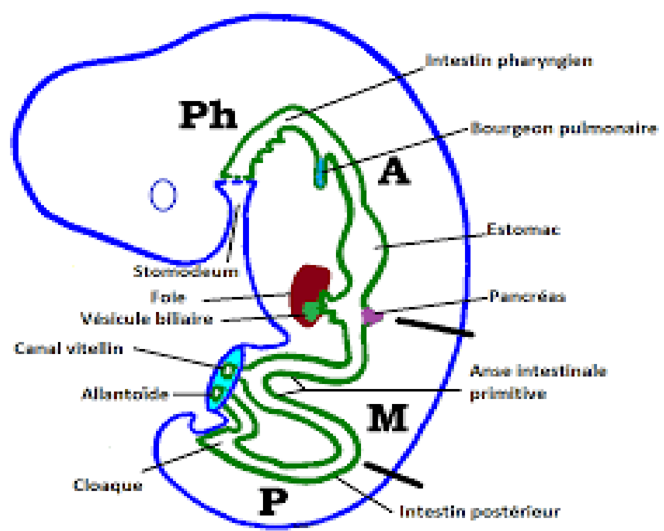
3-une lame fibro-élastique épaisse, caractérisée:

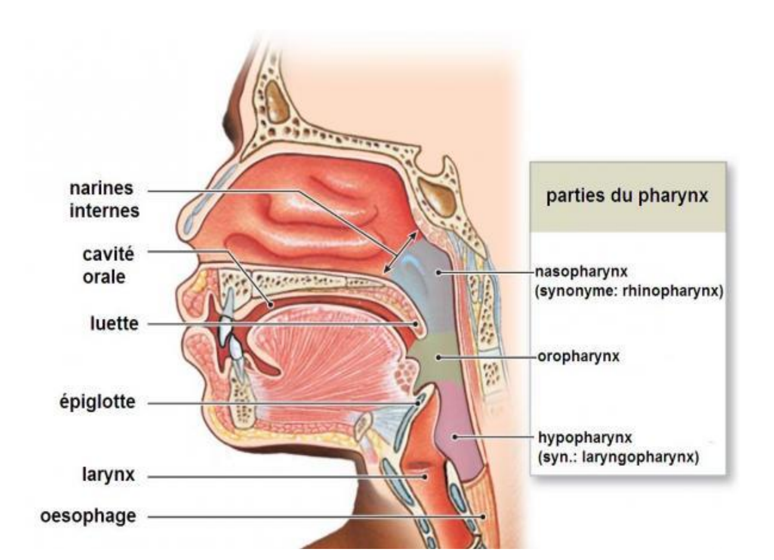
-par sa richesse en éléments élastiques au niveau du feuillet viscéral qui véhicule un réseau de vaisseaux lymphatiques et sanguins qui se ramifient dans le tissu pulmonaire. Les vaisseaux lymphatiques se drainent dans les septa et rejoignent les ganglions de la région hilaire.

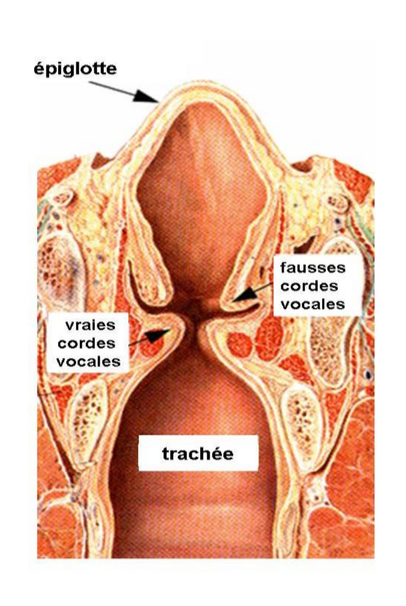
-au niveau du feuillet pariétal, la lame fibro-élastique forme une lame conjonctivo-vasculaire épaisse comportant de véritables réseaux collagènes.

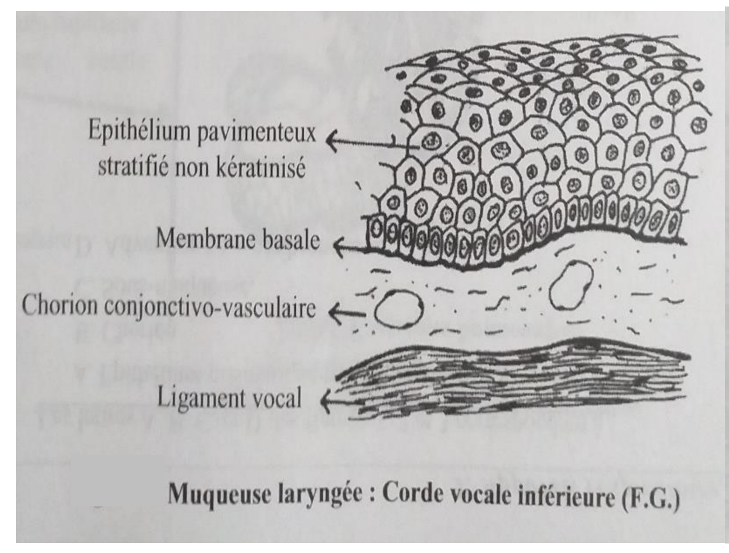
N.KHENDEK



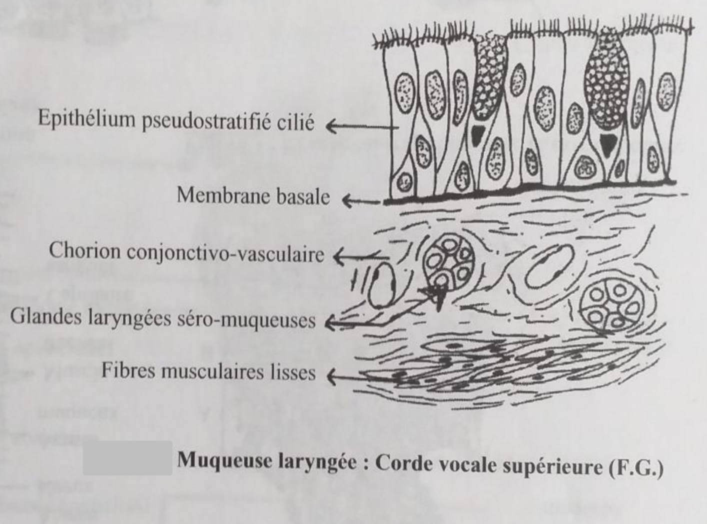




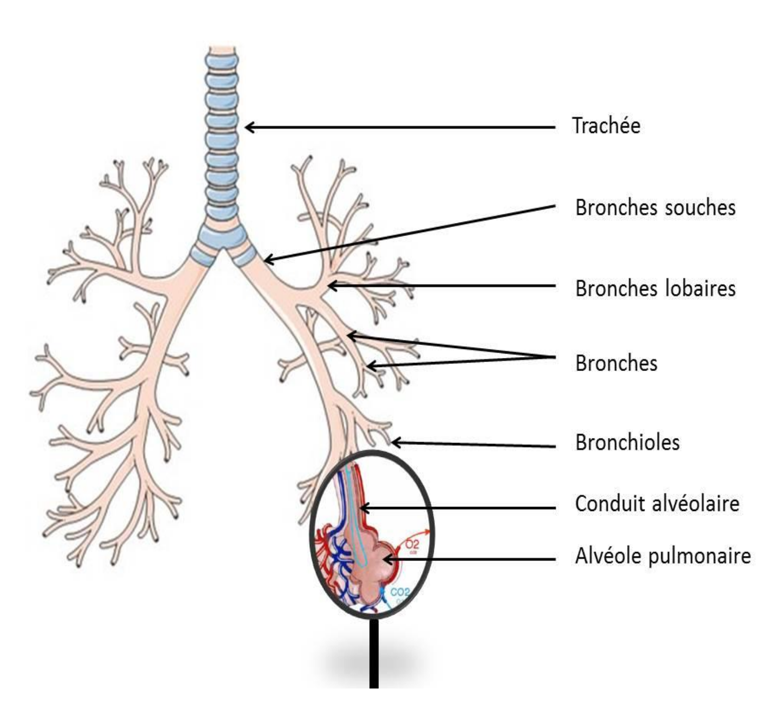


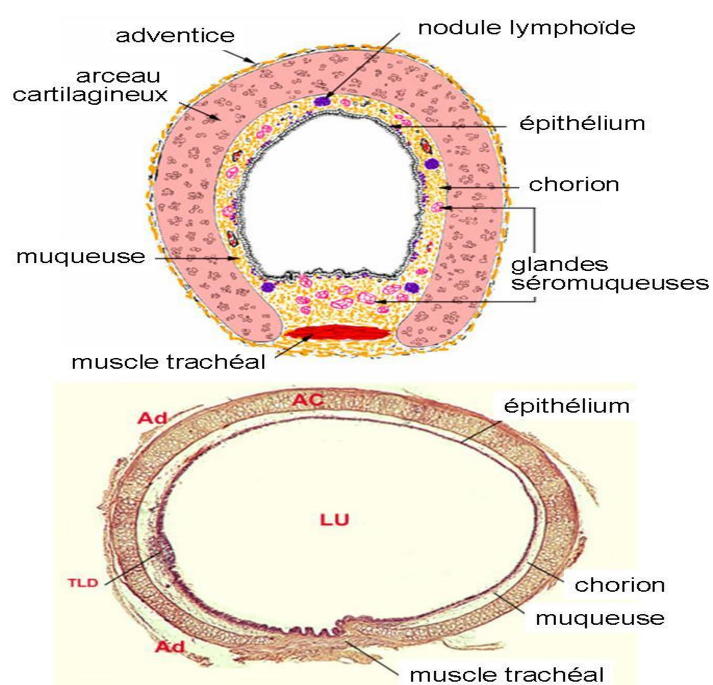


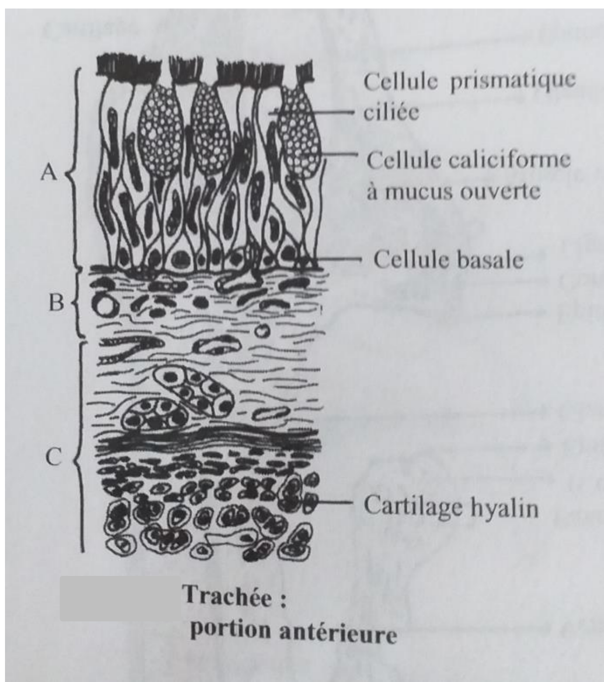
Muqueuse laryngée : Corde vocale inférieure (F.G.)



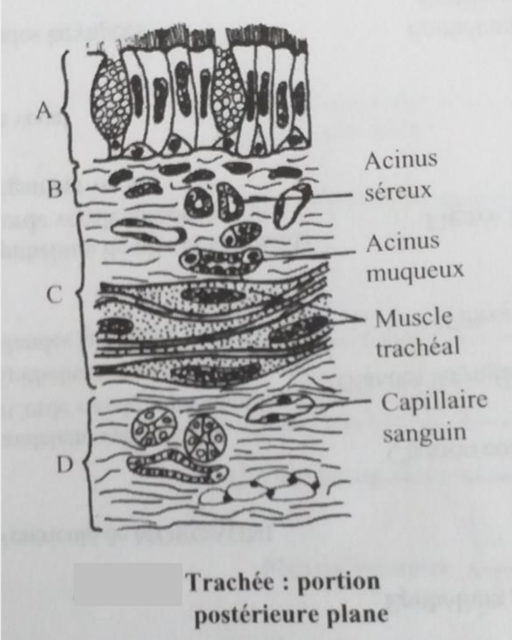
Muqueuse laryngée : Corde vocale supérieure (F.G.)







Trachée : portion antérieure



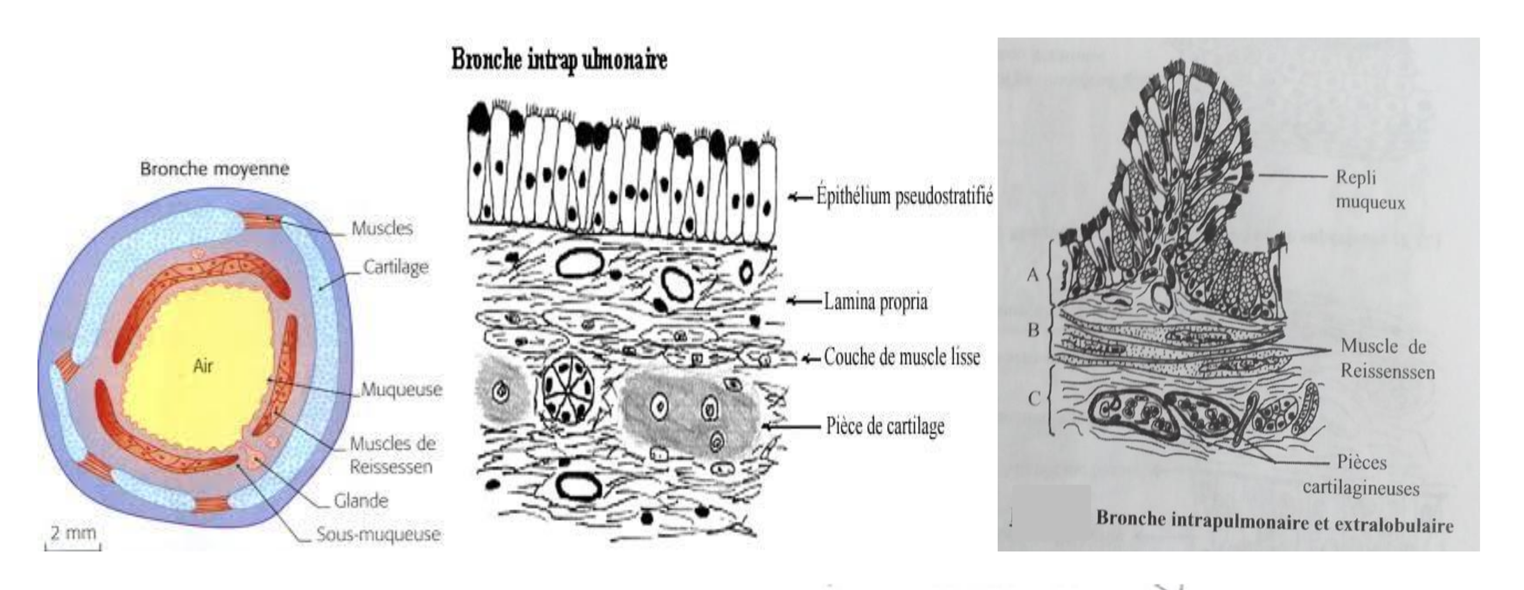
Trachée : portion postérieure plane

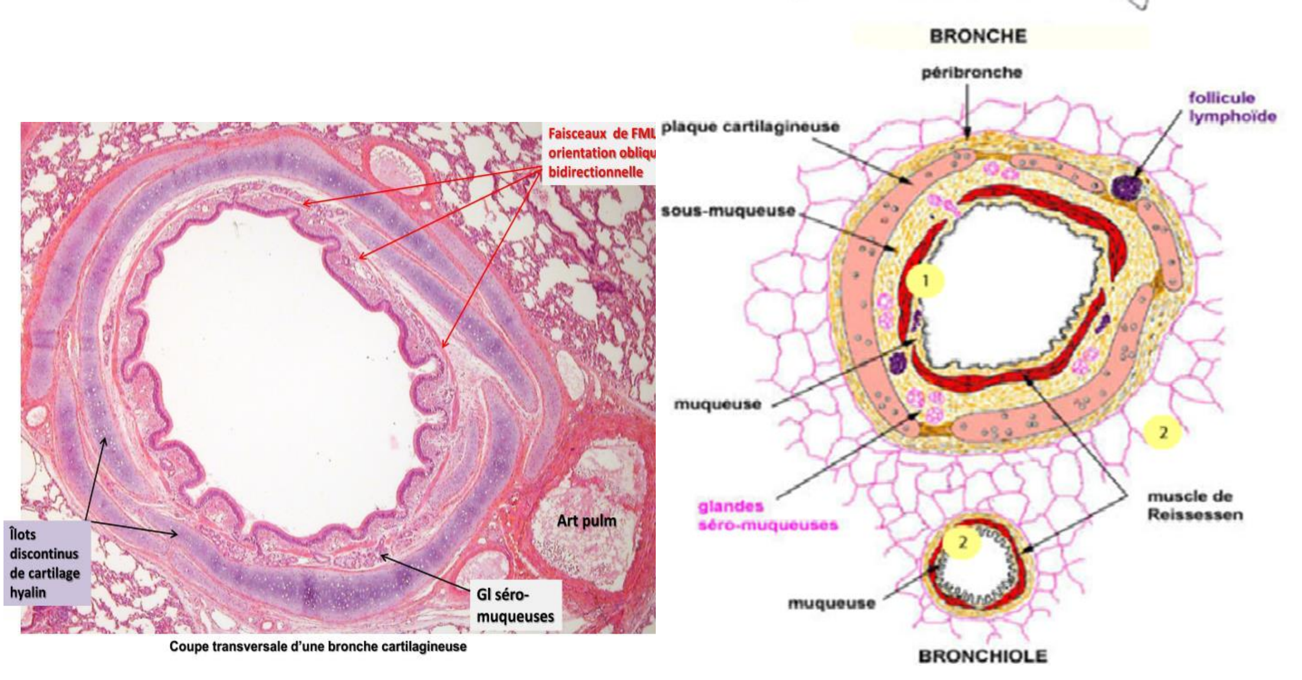
A => épithélium prismatique pseudo stratifié, cilié.

B => chorion

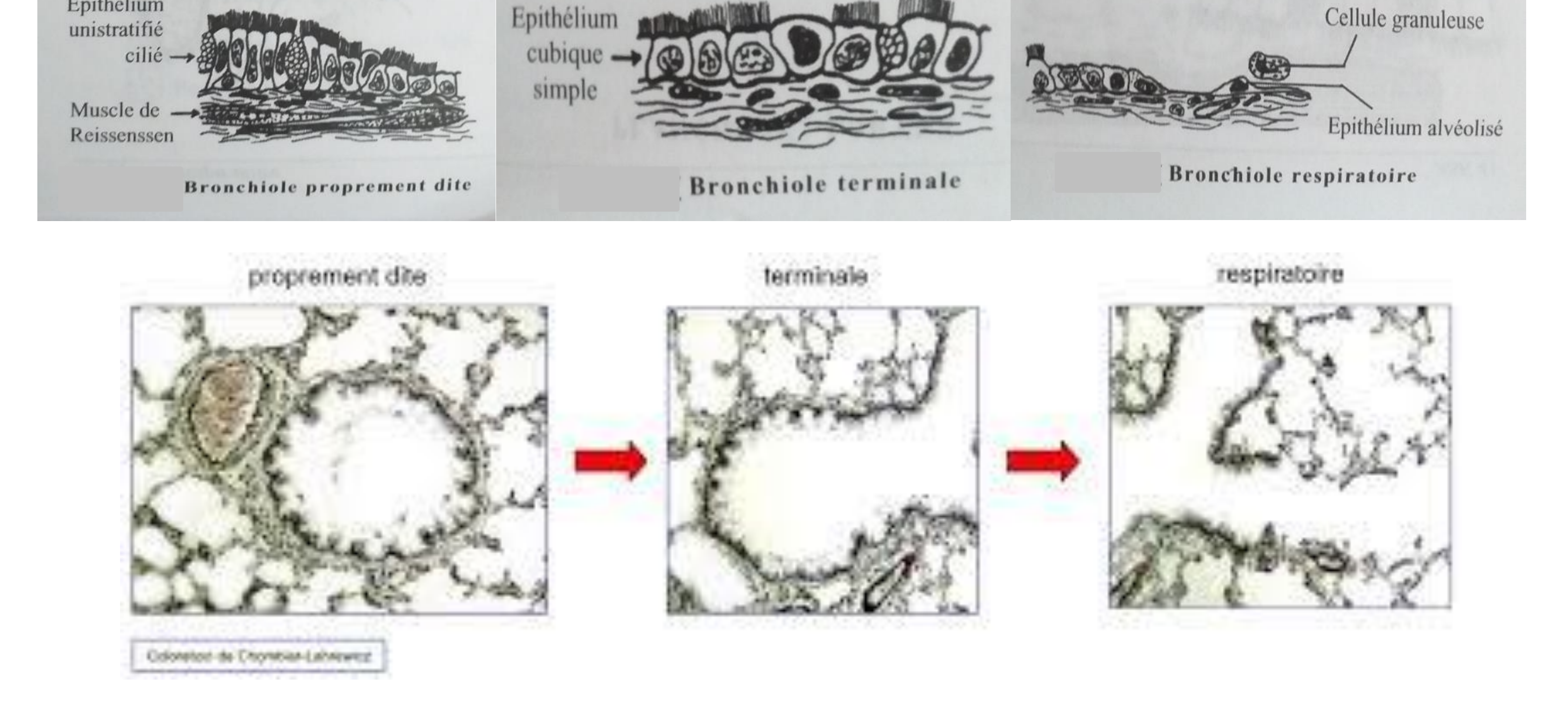
C => sous-muqueuse

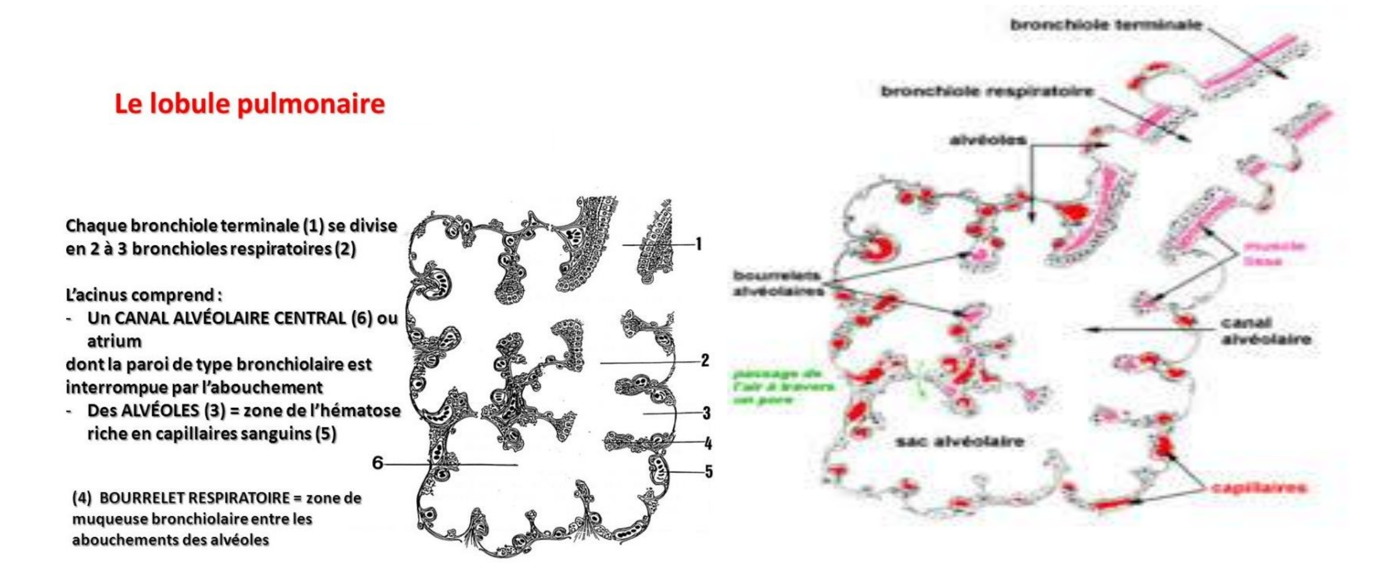
D => adventice ou péri-bronche

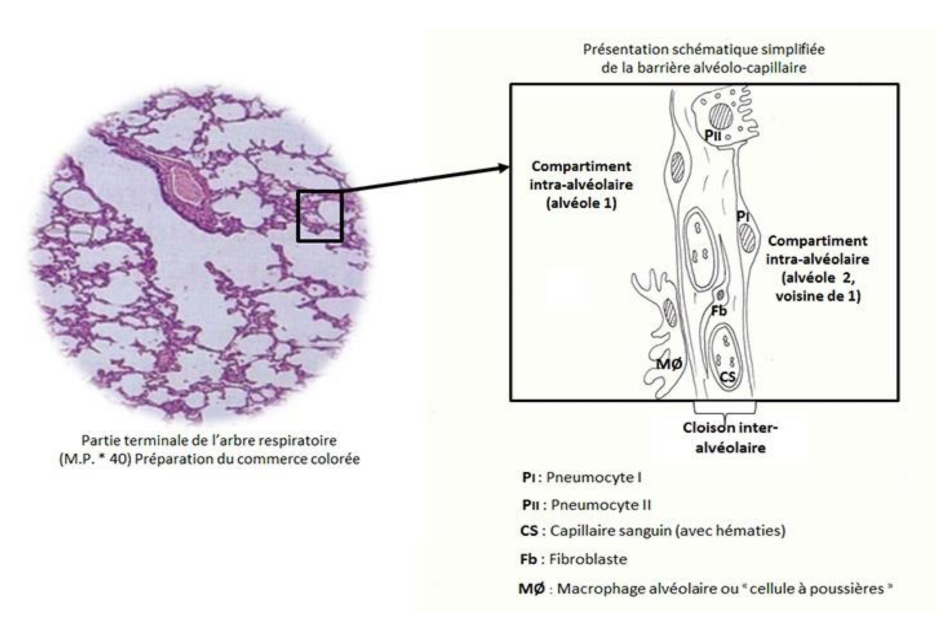




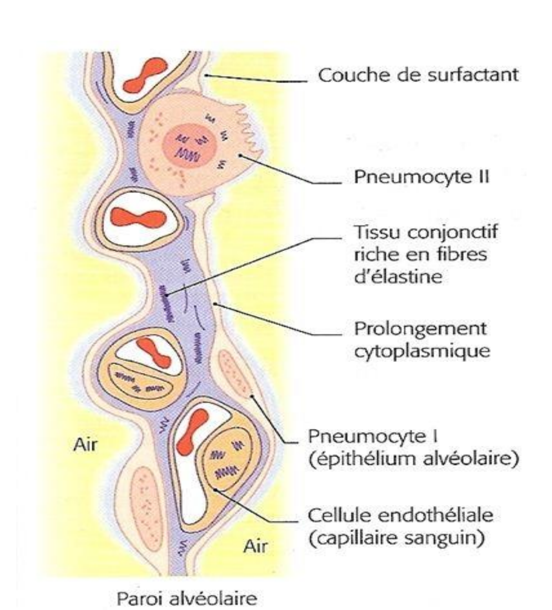
Coupe transversale d'une bronche cartilagineuse



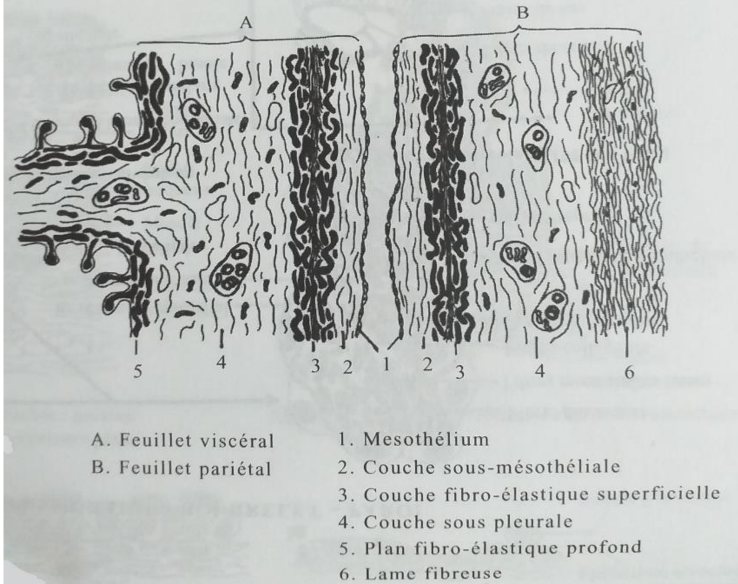


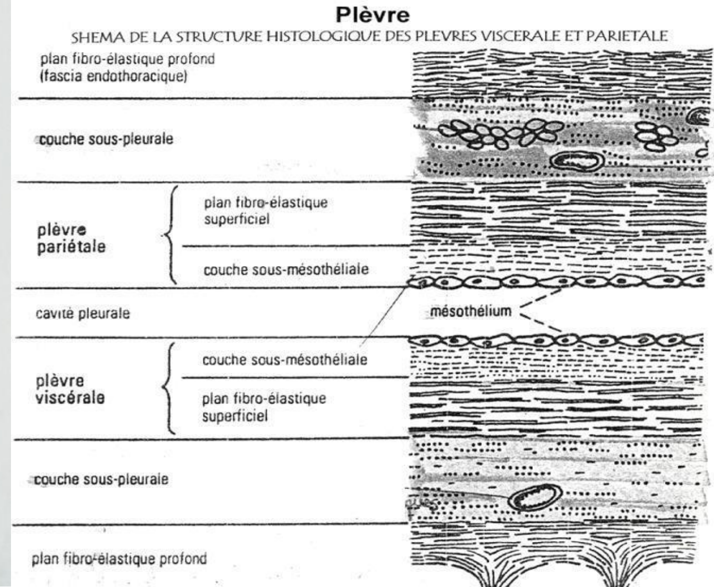


Partie terminale de l'arbre respiratoire (M.P. * 40) Préparation du commerce colorée



Paroi alvéolaire





N.KHENDEK